

# Umweltökonomische Gesamtrechnungen (UGR)

**Umweltbelastungen durch deutsche Importe und Exporte**  
Ergebnisse der UGR über indirekten Energieverbrauch,  
Kohlendioxidemissionen und Güterbeförderungsleistungen



**Oktober 2007**

Vortrag auf der 93. DGINS Konferenz  
19. - 21. September 2007, Budapest/Ungarn

Karl Schoer, Sarka Buyny, Christine Flachmann, Steffen Klink, Helmut Mayer

© Statistisches Bundesamt, Wiesbaden 2007

Vervielfältigung und Verbreitung, auch auszugsweise, mit Quellenangabe gestattet.

# Umweltbelastungen durch deutsche Importe und Exporte<sup>1</sup>

Ergebnisse der Umweltökonomischen Gesamtrechnungen über indirekten Energieverbrauch, Kohlendioxidemissionen und Güterbeförderungsleistungen

## Abstract

*In this paper first preliminary results of the German System of Environmental-Economic Accounting (SEEA) on the development of embodied environmental pressures of imports and exports in the period 1995 to 2004 are presented for the variables energy, carbon dioxide emissions and goods transport performance.*

*The results on energy and carbon dioxide presented in this report are based on a methodologically improved IOT approach. Among others a so called expanded hybrid IOT was applied, which was tailor-made for the energy calculations.*

*The causes of the development of embodied pressures are studied on basis of detailed results of the German SEEA by homogeneous branches of production. It is a main purpose of the study to investigate whether the variables included show a significant difference in the development between the production and the consumption perspective. And subsequently it is asked whether the hypothesis is supported for Germany that there is a tendency of relocating environmentally intensive production activities to the rest of the world.*

*It is suggested to establish an EU-wide system of monitoring the embodied environmental pressures of external trade flows on basis of a systematic and harmonised statistical approach.*

## 1. Einleitung

Globalisierung ist in erster Linie ein ökonomisches Phänomen das vor allem charakterisiert ist durch eine zunehmende Integration der nationalen Ökonomien in den Weltmarkt. Dies ist verbunden mit einer zunehmenden Mobilität der Produktionsfaktoren Arbeit und vor allem Kapital sowie mit einer sich verstärkenden Arbeitsteilung zwischen den Volkswirtschaften, die ihren Ausdruck findet in einer überproportionalen Ausweitung der internationalen Handelsströme.

Unter Umweltgesichtspunkten ist neben der Nutzung der Produktionsfaktoren Arbeit und Kapital insbesondere die Beanspruchung des Produktionsfaktors „Naturkapital“ von Interesse. Ökonomische Produktions- und Konsumaktivitäten sind die Triebkräfte für die Nutzung des Naturkapitals und die Entstehung von Umweltbelastungen. Zu den durch wirtschaftliche Aktivitäten verursachten Umweltbelastungen gehören die Verminderung des Bestands an nicht erneuerbaren Bodenschätzen, strukturelle Belastungen, wie z. B. die Nutzung von Flächen für Siedlungs- und Verkehrsaktivitäten oder für die Intensivlandwirtschaft sowie die Abgabe von Rest- und Schadstoffen, wie Abfälle und Luftemissionen, an die Umwelt.

Die Verursachung von Umweltbelastungen kann grundsätzlich aus zwei Perspektiven, der Entstehungssicht (Produktion) oder der Verwendungssicht (Konsum) betrachtet werden. Für die Politik sind beide Blickwinkel relevant. Eine Politik zur Beeinflussung des Ausmaßes der Umweltbelastung kann sowohl bei Niveau und Effizienz der Produktion ansetzen als auch bei der Höhe und der Zusammensetzung des Verbrauchs von Gütern. Informationen aus beiden Perspektiven sind daher grundsätzlich sowohl auf nationaler als auch auf internationaler Ebene von Interesse.

Die für die Umwelt- und Nachhaltigkeitspolitik genutzten statistischen Indikatoren - wie zum Beispiel der im Rahmen des Kyoto-Protokolls für die Treibhausgase verwendete Indikator - stellen in der Regel auf die Entstehungssicht ab, das heißt auf die Beobachtung der Verursachung von direkten Umweltbelastungen im Inland oder auf dem nationalen Territorium durch vor allem inländische Produktionsaktivitäten. Beispiele für diesen Indikator Typus finden sich im europäischen Nachhaltigkeitsindikatorensystem und dem Indikatorenset der deutschen nationalen Nachhaltigkeitsstrategie. Die entsprechenden umweltbezogenen Indikatoren in der nationalen Nachhaltigkeitsstrategie beziehen sich auf die Themen Energie-

---

<sup>1</sup> Vortrag auf der 93. Konferenz der Leiter der nationalen Statistischen Zentralämter (beim Statistischen Amt der Europäischen Gemeinschaften) (Conference des directeurs généraux des instituts nationaux de statistique).

und Rohstoffverbrauch, Emissionen von Treibhausgasen und Luftschadstoffen, Flächennutzung sowie Güterbeförderungsleistung als Maßstab für verschiedene verkehrsbedingte Umweltbelastungen.

Bei der Verwendungssicht wird dagegen dargestellt, welche (indirekten) Umweltbelastungen bei der Herstellung der im Inland oder von den inländischen Wirtschaftseinheiten verbrauchten Güter entstanden sind. Die indirekten (embodied) Umweltbelastungen umfassen alle Belastungen, die bei der Herstellung eines Gutes über die gesamte Produktionskette hinweg entstanden sind.

Aufgrund der zunehmenden internationalen Verflechtung der Volkswirtschaften steigt der Anteil der Waren und Dienstleistungen, die nicht im Land ihrer Herstellung verbraucht werden. Insofern wird es zunehmend wichtiger, bei der Analyse der Umweltbelastungen neben Ergebnissen aus der Produktionssicht auch Angaben aus der Verwendungssicht zu berücksichtigen. Die Verwendungssicht nimmt den Standpunkt einer globalen Verantwortung ein. Demnach ist die mit der Herstellung der Importgüter anfallende Umweltbelastung der inländischen Volkswirtschaft zuzurechnen. Umgekehrt werden bei dieser Sichtweise die durch die Herstellung der Exportgüter im Inland verursachten Umweltbelastungen der übrigen Welt angelastet.

Eine Beobachtung der Entwicklung nach beiden Konzepten ist vor allem dann von Bedeutung, wenn die mit den Importen und Exporten verbunden indirekten Belastungen sich nicht ausgleichen. Eine Studie der OECD<sup>2</sup> zu den indirekten Importen und Exporten von Kohlendioxid, die sich auf die Situation Mitte der 90er Jahre bezieht und neben den OECD-Ländern auch wichtige Schwellenländer einbezieht, kommt zu dem Ergebnis, dass die meisten Industrieländer einen Importüberschuss bei den indirekten CO<sub>2</sub>-Emissionen aufwiesen und demgegenüber insbesondere Schwellenländer, wie China, Russland und Indien, einen erheblichen Exportüberschuss hatten. Dies könnte darauf hindeuten, dass die Industrieländer einen Teil der durch Ihren Güterverbrauch verursachten Umweltbelastungen bereits Mitte der 1990er Jahre in das Ausland verlagert hatten.

In der Studie der OECD wird darüber hinaus mit Bezug auf die Entwicklung der Treibhausgasemissionen die These aufgestellt, dass diese Verlagerungstendenzen sich zumindest bei den Unterzeichnerstaaten des Kyoto-Protokolls in den Jahren nach Abschluss des Vertrages im Jahr 1997 aufgrund von Maßnahmen zur Reduktion des Energieverbrauchs und der Emissionen noch verstärkt haben dürften (carbon leakage).

Es wird somit deutlich, dass sich mit der Globalisierungstendenz auch ein Bedarf nach einer systematischen statistischen Beobachtung der indirekten Umweltbelastungen der Importe und Exporte einer Volkswirtschaft entwickelt hat, mit dem Ziel, die bisher verwendeten produktionsbezogenen Indikatoren zumindest zu ergänzen. Der methodische Rahmen und die Daten der Umweltökonomischen Gesamtrechnungen (UGR) bieten die Möglichkeit, solche Angaben über die indirekten Umweltbelastungen zu generieren.

Im vorliegenden Papier werden erste vorläufige Berechnungsergebnisse der UGR über die Entwicklung der deutschen indirekten Importe und Exporte im Zeitraum 1995 bis 2004 bzw. 2005 für die Merkmale Energie, Kohlendioxid und Güterbeförderungsleistung vorgestellt. Auf der Grundlage detaillierter Ergebnisse der UGR nach Gütergruppen werden die Ursachen für die Entwicklungen analysiert. Ein wesentliches Ziel ist es, zu untersuchen, ob sich mit Hilfe dieser Angaben signifikant andere zeitliche Entwicklungen bei den betrachteten Umweltindikatoren aus der Verwendungssicht ergeben als aus der allgemein üblichen Produktionssicht und ob damit die für die Industrieländer formulierte allgemeine These der Tendenz einer Verlagerung von Umweltbelastungen in das Ausland gestützt wird.

Nach einer kurzen Beschreibung des methodischen Ansatzes zur Berechnung indirekter Effekte im Rahmen der UGR werden im darauf folgenden Abschnitt die Berechnungsergebnisse vorgestellt und interpretiert. Abschließend wird vorgeschlagen, ein EU-weites System zur Beobachtung der in die internationalen Handelsströme inkorporierten Umweltbelastungen auf der Basis eines systematischen und harmonisierten statistischen Ansatzes einzurichten.

## **2. Der methodische Ansatz der Umweltökonomischen Gesamtrechnungen zur Ermittlung indirekter Umweltbelastungen der Exporte und Importe**

In den Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen (VGR) wird der Wirtschaftsprozess sowohl aus der Entstehungssicht oder Produktionssicht (Bruttoinlandsprodukt) als auch aus der Verwendungssicht (insbesondere letzte Inländische Verwendung) dargestellt. Das Bruttoinlandsprodukt und die letzte inländische Verwendung unterscheiden sich durch den Außenbeitrag, d.h. den Saldo der Exporte und

---

<sup>2</sup> OECD: Carbon dioxide emissions embodied in international trade of goods, OECD, Paris 2003.

Importe. Bei der Entstehungssicht geht es um die Frage, welche Güter im Inland produziert wurden und welche Wertschöpfung dabei erzielt wurde, während die Verwendungssicht darstellt welche Güter im Inland oder von den inländischen Wirtschaftseinheiten verbraucht wurden.

Die UGR folgen diesen beiden Konzepten der VGR. Das heißt, die durch die wirtschaftlichen Produktionsaktivitäten verursachten Umweltbelastungen, wie z. B. die Kohlendioxidemissionen, werden grundsätzlich ebenfalls aus der Entstehungs- und der Verwendungssicht dargestellt. Entscheidende Voraussetzung für die Darstellung beider Sichtweisen ist allerdings, dass die in den Importen und Exporten enthaltenen Umweltbelastungen quantifiziert werden können.

Bedingt durch die Art der verfügbaren Ausgangsdaten liefern die vorhandenen Umweltberichtssysteme, wie z. B. die Emissionsberichterstattung der Umweltämter oder die Energiebilanzen nur Angaben aus der Produktionssicht. Entsprechend stellen die daran anknüpfenden UGR ebenfalls primär zunächst Angaben aus der Entstehungssicht bereit. Das heißt, es werden die direkten Umweltbelastungen, die bei den Produktionsaktivitäten entstehen, in einer Untergliederung nach Produktions- oder Wirtschaftsbereichen nachgewiesen. Darüber hinaus werden auch direkte Belastungen bei den Konsumaktivitäten, die unter anderem durch den Einsatz von Energieträgern in privaten Haushalten - vor allem für die Raumheizung, Betrieb von Elektrogeräten, Beleuchtung sowie für den Betrieb von privaten Kraftfahrzeugen – entstehen, mit einbezogen.

Die Darstellung aus der Verwendungsperspektive verlangt dagegen keine Aktivitäten- sondern eine Gütersicht, das heißt den verwendeten Gütern müssen die indirekten Umweltbelastungen zugeordnet werden, die bei der Herstellung des jeweiligen Gutes angefallen sind. Die indirekten Belastungen können grundsätzlich mit Hilfe verschiedener methodische Ansätze geschätzt werden, wie Prozessketten- bzw. Lebenszyklusanalyse oder Input-Output Analyse.

Die Lebenszyklusanalyse ist geeignet, die Umweltbelastungen bei der Produktion einzelner, vorzugsweise am Anfang der Produktionskette liegender Erzeugnisse relativ genau zu untersuchen (bottom up). Demgegenüber bietet der Ansatz der Input-Output Analyse als „Top-down-Ansatz“, der die entsprechenden monetären und physischen Daten der volkswirtschaftlichen und der Umweltökonomischen Gesamtrechnungen nutzt, weniger exakte Ergebnisse im Detail. Der Ansatz hat aber den Vorteil einer umfassenden und systematischen Vorgehensweise, welche die gesamte Ökonomie mit allen Gütern einschließt und Ergebnisse liefert, die konsistent sind mit den übrigen Angaben des Gesamtrechnungssystems. Das entsprechende Verfahren, das darauf beruht, die Information der IOT über die Verflechtungsbeziehungen zwischen den Produktionsbereichen mit Hilfe der aus der IOT abgeleiteten sogenannten Leontief-Inversen zu nutzen, wird seit vielen Jahren weltweit durchgeführt<sup>3</sup>. Die Nutzung monetärer IOT für diese Art von physisch-monetärer Analyse stellt einen wichtigen Anwendungsbereich für die IOT dar.

Die Ergebnisse dieses Berechnungsmodells sind allerdings abhängig von der konkreten methodischen Vorgehensweise und dem verfügbaren Detaillierungsgrad der Daten. Um den Genauigkeitsgrad der Ergebnisse zu erhöhen, hat das Statistische Bundesamt in den letzten Jahren erhebliche Anstrengungen unternommen zur Weiterentwicklung des methodischen Ansatzes und insbesondere zur Verfeinerung der Datengrundlage für solche Berechnungen. Schwerpunktmäßig wurde insbesondere die Verfahrensweise zur Berechnung indirekter Effekte für Energie und energiebedingte Luftemissionen verbessert<sup>4</sup>. Die Anstrengungen konzentrierten sich auf zwei Punkte:

- Aufstellung erweiterter hybrider IOT (HIOTexp)
- Modifikation des Standardansatzes zur Berechnung indirekter Importe.

Eine hybride IOT enthält sowohl monetäre als auch physische Angaben. Ausgangspunkt ist die monetäre IOT. Bei der Aufstellung einer speziellen energiebezogenen HIOT werden die monetären Verwendungsstrukturen für die verschiedenen Energieträger durch adäquatere physische Angaben ersetzt. Zielsetzung der Aufstellung einer erweiterten energiebezogenen HIOTexp ist es, energetisch besonders relevante Produktionsprozesse detaillierter darzustellen. Dazu wurden in der IOT für Deutschland die Produktionsbereiche, die sich auf die Gewinnung und Umwandlung von Energie beziehen, wie

---

<sup>3</sup> Zur Berechnung indirekter Effekte für Energie im Statistischen Bundesamt siehe: Schoer, Karl: Energy use of private households by purposes of final consumption, paper submitted to the Joint ECE/Eurostat Work Session on Methodological Issues of Environment Statistics, Jerusalem, 11.-14. October 1999. Online-Veröffentlichung, Statistisches Bundesamt Wiesbaden 1999 <http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Content/Publikationen/Fachveroeffentlichungen/UmweltoekonomisheGesamtrechnungen/Energyuse,property=file.pdf>.

<sup>4</sup> Siehe dazu: Mayer, Helmut: Calculation and analysis of a hybrid energy input-output table for Germany within the Environmental Economic Accounts (EEA), Paper for the 16-th International Input-Output Conference, Istanbul Turkey, 2-6 July 2007 <http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/EN/Content/Publikationen/SpecializedPublications/EnvironmentEconomicAccounting/HybridEnergy,property=file.pdf>.

„Kohlenbergbau“, „Kokerei, Mineralölverarbeitung“ und „Energie- und Wasserversorgung“ sowie energetisch besonders bedeutsame Bereiche, wie die „Chemie“ und die „Herstellung von Nichteisenmetallen“ weiter untergliedert. Der Produktionsbereich „Chemie (ohne pharmazeutische Erzeugnisse)“ wurde für die Berechnung der hier vorgestellten Ergebnisse in Grundstoffchemie und übrige Chemie unterteilt. In einem zurzeit durchgeführten Projekt werden weitere Differenzierungen beim Bereich Chemie vorgenommen. Darüber hinaus wird im Statistischen Bundesamt gegenwärtig ein Projekt durchgeführt zur Ermittlung indirekter Exporte und Importe von Rohstoffen (Rohstoffäquivalente), das unter anderem ebenfalls disaggregierte Angaben für die Entnahme und die ersten Verarbeitungsstufen der verschiedenen Rohstoffe bereitstellen wird<sup>5</sup>. Ein weiteres Projekt beschäftigt sich mit der Disaggregation des Produktionsbereichs Landwirtschaft in gut 40 Produktionsprozesse<sup>6</sup>.

Der zweite Ansatzpunkt für die methodischen Verbesserungen bezieht sich auf die Berechnungen für Importe. Der Input-Output Ansatz eignet sich in erster Linie für die Berechnung indirekter Umweltbelastungen bei den im Inland hergestellten Gütern. Dies schließt auch die exportierten Güter ein. Soweit die importierten Güter betroffen sind, ist eine solche Berechnung – solange sie sich nicht auf Ergebnisse entsprechender IOT-Kalkulationen für die Lieferländer stützen kann - im Prinzip nur unter der Annahme möglich, dass die in der Input-Output-Tabelle abgebildeten Produktionstechniken auch für die Herstellung der importierten Güter gelten. Da sich die ausländische Produktionstechnik aber von der inländischen unterscheiden kann, können die Ergebnisse über die indirekten Umweltbelastungen der Importe eigentlich nur als die durch die Einfuhr des jeweiligen Gutes im Inland vermiedene Belastung interpretiert werden.

Um die tatsächlichen Belastungen bezüglich Energie und Kohlendioxid bei der Herstellung der Importgüter adäquater abzubilden, wurden deshalb die Angaben zur Produktionstechnik aus der deutschen erweiterten HIOT bei bestimmten besonders energierelevanten Produktionsprozessen, wie Stromerzeugung, Stahl- und Aluminiumherstellung sowie Herstellung von Zellstoffen, bei den Berechnungen für Energie und energiebedingte Luftemission der Importe substituiert. Dazu wurden verschiedene externe Informationen über die eingesetzten Produktionstechniken bei den wichtigsten Lieferländern herangezogen. Insbesondere Strom und Stahl spielen als Vorleistungen eine wichtige Rolle in den jeweiligen Prozessketten für die Herstellung vieler Importgüter, sodass Unterschiede zwischen dem In- und dem Ausland bei der Herstellung dieser beiden Gütergruppen sich breit auf die Intensitätsentwicklung vieler Erzeugnisse auswirken. Darüber hinaus wurde auch ein Abgleich mit den Angaben der Außenhandelsstatistik über Importe und Exporte in physischen Einheiten vorgenommen.

Die Emissionsintensität der Stromerzeugung in Bezug auf Kohlendioxid ist in Deutschland höher als bei den wichtigsten Handelspartnern. Hier spielen insbesondere der relativ hohe Anteil der emissionsintensiven Braunkohle und Steinkohle sowie der vergleichsweise niedrige Anteil von Wasserkraft und Kernenergie in Deutschland eine Rolle. Dagegen entwickelten sich der Wirkungsgrad (Energieintensität) und der Energieträgermix (Emissionsintensität) bei der Stromerzeugung im betrachteten Zeitraum 1995 bis 2004 günstiger als im Ausland. Beide Faktoren führten im Zeitablauf tendenziell zu einem stärkeren Entlastungseffekt bei den Exporten als bei den Importen. Unterschiede bei der Entwicklung der Energieeffizienz bei der Stahlerzeugung im In- und Ausland hatten dagegen eher einen entgegengesetzten Einfluss. Die Emissionsintensität ging nämlich bei den ausländischen Handelspartnern, ausgehend von einem höheren Niveau, im Durchschnitt deutlich stärker zurück als in Deutschland.

Durch die genannten methodischen Verbesserungen konnte die Qualität der nachstehend dargestellten Ergebnisse zu den indirekten Importen und Exporten von Energie und Kohlendioxid gegenüber früheren Berechnungen deutlich erhöht werden.

Vergleichbare IOT liegen für Deutschland für das Jahr 1995 und ab 2000 jährlich vor. Für das Jahr 2004 wurden Ergebnisse von Vorabberechnungen zugrunde gelegt.

---

<sup>5</sup> Siehe: Schoer, Karl: Calculation of direct and indirect material inputs by type of raw material and economic activities, Paper presented at the London Group Meeting, New York, 19 – 21 June 2006, Online-Veröffentlichung, Statistisches Bundesamt, Wiesbaden <http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Content/Publikationen/Fachveroeffentlichungen/UmweltoekonomisheGesamtrechnungen/CalculationEconomicActivities,property=file.pdf>.

<sup>6</sup> Thomas Schmidt, Bernhard Osterburg: Aufbau des Berichtsmoduls „Landwirtschaft und Umwelt in den Umweltökonomischen Gesamtrechnungen, Abschlussbericht 2005, Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Statistisches Bundesamt, Braunschweig und Wiesbaden <http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Content/Publikationen/Fachveroeffentlichungen/UmweltoekonomisheGesamtrechnungen/SchmidtOsterburg2005,property=file.pdf>.

### 3. Ergebnisse

#### 3.1 Inkorporierte Importe und Exporte von Energie und Kohlendioxidemissionen

##### 3.1.1 Gesamtwirtschaftliche Entwicklung

Zwischen 1995 und 2004 hat die Außenhandelsverflechtung der deutschen Wirtschaft deutlich zugenommen. Während sich das Bruttoinlandsprodukt (BIP) in diesem Zeitraum preisbereinigt um 13 % erhöhte, stiegen die Exporte (ohne Berücksichtigung der Re-Exporte) um 83 % und die Importe, ebenfalls ohne Re-Exporte, um 55 % (siehe Tabelle 1). Diese Entwicklung hat sich auch im Jahr 2005 fortgesetzt. Der Globalisierungsprozess schlägt sich somit deutlich in der Intensivierung des deutschen Außenhandels im letzten Jahrzehnt nieder.

In Relation zum gesamten Aufkommen an Gütern der letzten Verwendung beliefen sich die Exporte im Jahre 2004 auf 25 % und die Importe auf rund 20 %. Der Außenhandelsüberschuss hat sich in jeweiligen Preisen von 33 Mrd. EUR im Jahre 1995 auf 141 Mrd. EUR im Jahre 2004 erhöht. Der deutlich gestiegene Überschuss führte dazu, dass der Verbrauch von Gütern im Inland – gemessen durch die letzte inländische Verwendung – im Zeitraum 1995 bis 2004 mit +7 % spürbar schwächer zunahm als die inländische Produktion (BIP).

Tabelle 1

#### Bruttoinlandsprodukt, Importe und Exporte in monetären und physischen Einheiten

	Absolute Größen			Veränderung		
	1995	2000	2004	1995	2000	2004
<b>Wert</b>						
	Mrd. EUR (jeweilige Preise)			1995 = 100 (preisbereinigt)		
<b>Bruttoinlandsprodukt</b>	1 848,5	2 062,5	2 207,2	100,0	110,4	113,0
- Saldo: Exporte - Importe	33,0	37,9	141,3	x	x	x
Exporte	428,7	669,8	822,5	100,0	154,9	193,9
dar.: Exporte ohne Re-Exporte	374,6	576,6	696,6	100,0	149,8	182,7
Importe	395,7	631,9	681,3	100,0	151,8	172,2
dar.: Importe ohne Re-Exporte	340,2	537,9	554,8	100,0	144,5	154,7
<b>= Letzte inländische Verwendung</b>	<b>1 815,5</b>	<b>2 024,6</b>	<b>2 065,9</b>	<b>100,0</b>	<b>109,4</b>	<b>107,4</b>
<b>Energieverbrauch</b>						
	PJ			1995 = 100		
<b>Direkter Primärenergieverbrauch im Inland (VGR-Konzept)</b>	14 156	14 213	14 278	100,0	100,4	100,9
Produktion	10 245	10 373	10 373	100,0	101,3	101,3
Konsum der privaten Haushalte	3 911	3 839	3 905	100,0	98,2	99,9
- Saldo: indirekte Energieexporte - indirekte Energieimporte	-35	293	1 261	x	x	x
Indirekte Energieexporte <sup>1)</sup>	5 348	6 865	7 449	100,0	128,4	139,3
Indirekte Energieimporte <sup>1)</sup>	5 383	6 572	6 188	100,0	122,1	115,0
<b>= Kumulierter Energieverbrauch der letzten inländischen Verwendung</b>	<b>14 191</b>	<b>13 920</b>	<b>13 018</b>	<b>100,0</b>	<b>98,1</b>	<b>91,7</b>
Indirekter Energieverbrauch der Güter der letzten inländischen Verwendung	10 280	10 080	9 113	100,0	98,1	88,6
Direkter Energieverbrauch beim Konsum der privaten Haushalte	3 911	3 839	3 905	100,0	98,2	99,9
Nachrichtlich:						
Direkte Energieexporte	1 165	1 715	1 795	100,0	147,3	154,1
Direkte Energieimporte	11 007	12 119	12 463	100,0	110,1	113,2
Saldo: direkte Energieexporte - direkte Energieimporte	-9 843	-10 404	-10 668	100,0	105,7	108,4
Saldo: direkte und indirekte Energieexporte - direkte und indirekte Energieimporte	-9 878	-10 111	-9 407	100,0	102,4	95,2
<b>CO<sub>2</sub>-Emissionen</b>						
	Mill. Tonnen			1995 = 100		
<b>Direkte CO<sub>2</sub>-Emissionen im Inland (VGR-Konzept)</b>	938,0	901,4	903,2	100,0	96,1	96,3
Produktion	718,2	693,0	699,7	100,0	96,5	97,4
Konsum der privaten Haushalte	219,8	208,4	203,5	100,0	94,8	92,6
- Saldo indirekte CO <sub>2</sub> -Emissionen der Exporte - indirekte CO <sub>2</sub> -Emissionen der Importe	24,3	46,6	103,8	x	x	x
Indirekte CO <sub>2</sub> -Emissionen der Exporte <sup>1)</sup>	333,7	402,7	441,2	100,0	120,7	132,2
Indirekte CO <sub>2</sub> -Emissionen der Importe <sup>1)</sup>	309,5	356,1	337,4	100,0	115,1	109,0
<b>= Kumulierte CO<sub>2</sub>-Emissionen der letzten inländischen Verwendung</b>	<b>913,7</b>	<b>854,8</b>	<b>799,4</b>	<b>100,0</b>	<b>93,5</b>	<b>87,5</b>
Indirekte CO <sub>2</sub> -Emissionen der letzten inländischen Verwendung	693,9	646,4	595,9	100,0	93,1	85,9
Direkte CO <sub>2</sub> -Emissionen beim Konsum der privaten Haushalte	219,8	208,4	203,5	100,0	94,8	92,6

1) Ohne Re-Exporte

Der direkte Energieverbrauch (Primärenergieverbrauch) im Inland erhöhte sich im Zeitraum 1995 bis 2004 um knapp 1 % auf rund 14 300 PJ. Er stieg damit langsamer als die wirtschaftliche Leistung, das heißt es

kam zu einer deutlichen Verbesserung der gesamtwirtschaftlichen Energieproduktivität (+10 %). Die Größe direkter Energieverbrauch im Inland zeigt insbesondere, wie viel Energie bei den Produktionsaktivitäten einer Volkswirtschaft sowie bei der direkten Nutzung von Energie durch private Haushalte eingesetzt wurde.

Aufgrund der zunehmenden Außenhandelsverflechtung stieg der Energieaufwand zur Herstellung der importierten und exportierten Güter deutlich stärker als der Energieverbrauch im Inland. Im Jahre 2004 belief sich die insgesamt für die Herstellung der exportierten Güter eingesetzte Energie (indirekter Export von Energie) auf gut 7 400 PJ. Der Energieaufwand war damit um nahezu 1 300 PJ höher als der indirekte Energieimport (knapp 6 200 PJ). Die indirekten Energieexporte erhöhten sich seit 1995 um 39 %. Sie nahmen damit deutlich stärker zu als die Importe (+15 %). Als Ergebnis des steigenden Exportüberschusses bei indirekter Energie verminderte sich der indirekte Energieaufwand des Inlandsverbrauchs, der gemessen wird durch die Größe kumulierter Energieverbrauch der Güter der letzten inländischen Verwendung, zwischen 1995 und 2004 um etwas mehr als 8 %.

Somit ergibt sich bei der Entwicklung des Energieverbrauchs aus der Verwendungssicht eine deutlich andere Tendenz als aus der Produktionssicht. Das heißt, der Energieverbrauch für die Herstellung der im Inland verwendeten Güter ist zurückgegangen, während der Energieeinsatz zur Produktion der exportierten Güter kräftig zugenommen hat. Damit wurde per Saldo ein erheblicher und im Zeitablauf deutlich gestiegener Anteil des direkten Energieverbrauchs im Inland zur Herstellung von Exportgütern eingesetzt, die der letzten Verwendung in der übrigen Welt zugute kommen.

Der Unterschied zwischen der Entwicklung des direkten Energieverbrauchs im Inland und dem indirekten Energieverbrauch zur Herstellung der Güter der letzten inländischen Verwendung spiegelt in einem gewissen Maße den Unterschied zwischen der Entwicklung des Bruttoinlandsprodukts und der letzten inländischen Verwendung wider.

Bei der Betrachtung der Handelsbilanz der indirekten Importe und Exporte von Energie ist allerdings zu beachten, dass Deutschland beim Rohstoff Energie stark importabhängig ist. Der Anteil der direkten Energieträgerimporte am Primärenergieverbrauch im Inland stieg von 78 % im Jahre 1995 auf 87 % im Jahre 2004. Der Saldo der direkten Energieimporte abzüglich der direkten Energieexporte erhöhte sich im betrachteten Zeitraum von 9 800 PJ auf 10 700 PJ. Bezieht man allerdings die indirekten Importe und Exporte mit ein, dann ergibt sich zwar weiterhin ein deutlicher Importüberschuss, der sich im Jahre 2004 auf 9 400 PJ belief. Bemerkenswert ist aber, dass das Defizit sich seit 1995 um fast 500 PJ verringert hat.

In der eingangs angesprochenen Studie der OECD wurde vermutet, dass die Industrieländer energie- und emissionsintensive Aktivitäten in den letzten Jahren tendenziell eher in Schwellenländer verlagert haben. Für das Merkmal Energie wird diese Vermutung bezogen auf Deutschland zumindest für den betrachteten Zeitraum 1995 bis 2004 durch die vorliegenden Ergebnisse deutlich widerlegt.

Dieses Ergebnis für Energie wird weitgehend bei der Betrachtung des CO<sub>2</sub>-bezogenen Saldos zwischen indirekten Exporten und Importen bestätigt. Dies ist nicht überraschend, da die CO<sub>2</sub>-Emissionen weit überwiegend bei der Verbrennung fossiler Energieträger entstehen. Unterschiede zwischen der Entwicklung des Energieverbrauchs und der CO<sub>2</sub>-Emissionen resultieren vor allem aus einer Veränderung des Energieträgermixes, wie z.B. einem Anstieg des Anteils emissionsfreier erneuerbarer Energieträger.

Im Jahre 2004 belief sich der Anteil der indirekten CO<sub>2</sub>-Emissionen der Exporte an denjenigen der gesamten Güter der letzten Verwendung (1 037 Mill. Tonnen) in Deutschland auf 43 %. Der Anteil der indirekten CO<sub>2</sub>-Emissionen der Importe belief sich auf 33 %.

Die direkten CO<sub>2</sub>-Emissionen im Inland verminderten sich zwischen 1995 und dem Jahr 2004 um knapp 4 %. Die indirekten Emissionen der Exporte erhöhten sich um 32 % und die der Importe um 9 %. Der steigende Exportüberschuss führte dazu, dass sich die kumulierten CO<sub>2</sub>-Emissionen der Güter der letzten inländischen Verwendung um 12,5 % verminderten. Das heißt für CO<sub>2</sub>-Emissionen ergibt sich aus der Verwendungssicht im Vergleich zur Produktionssicht ein um nahezu 9 Prozentpunkte stärkerer Rückgang.

Die Energie- und Emissionsintensitäten – gemessen als Relation zwischen Energieeinsatz bzw. CO<sub>2</sub>-Emissionen zu der entsprechenden preisbereinigten monetären Bezugsgröße – verminderten sich im betrachteten Zeitraum 1995 bis 2004 durchgehend (Tabelle 2). Der direkte Energieverbrauch (Primärenergieverbrauch) im Inland je Bruttoinlandsprodukt verringerte sich um 11 %. Die entsprechende CO<sub>2</sub>-Intensität ging mit -15 % sogar noch etwas stärker zurück. Die CO<sub>2</sub>-Intensitäten der Importe (-28 %) und der Exporte (-29%) verminderten sich deutlich stärker als die Intensität im Inland.

Die Veränderung der gesamtwirtschaftlichen Emissionsintensität wird sowohl durch Änderungen der Intensitäten bei den einzelnen Gütergruppen als auch durch Strukturverschiebungen (Veränderung des

Anteils emissionsintensiver Gütergruppen im Vergleich zu emissionsarmen Gütergruppen) beeinflusst. Ein Absinken der Emissionsintensität bei den einzelnen Gütern kann verschiedenen Ursachen haben:

- Verbesserung der direkten Intensität in dem jeweiligen Produktionsbereich der dieses Produkt herstellt, durch Einführung energie- und emissionsparender Produktionstechniken
- Verbesserung der direkten Intensität in dem jeweiligen Produktionsbereich durch eine veränderte Zusammensetzung und Qualität der hergestellten Güter einer Gütergruppe
- Verringerung der Intensität der Vorprodukte durch Substitution energie- oder emissionsintensiverer durch energie- oder emissionsärmere Vorprodukte oder durch Verringerung der Intensität in der Produktionsvorkette.

Tabelle 2

### Intensität des Energieverbrauchs und der CO<sub>2</sub>-Emissionen

	Absolute Größen			Veränderung		
	1995	2000	2004	1995	2000	2004
<b>Energie</b>						
	PJ /Mrd. EUR			1995 = 100 (preisbereinigt,		
<b>Direkter Primärenergieverbrauch im Inland je Bruttoinlandsprodukt</b>	7,7	6,9	6,5	100,0	90,9	89,3
Indirekter Energieverbrauch der Exporte je Werteinheit	14,3	11,9	10,7	100,0	85,7	76,3
Indirekter Energieverbrauch der Importe je Werteinheit	15,8	12,2	11,2	100,0	84,5	74,3
<b>Kumulierter Energieverbrauch der letzten inländischen Verwendung je Werteinheit</b>	7,8	6,9	6,3	100,0	89,7	85,4
Darunter: Indirekter Energieverbrauch der Güter der letzten inländischen Verwendung	5,7	5,0	4,4	100,0	89,7	82,5
<b>CO<sub>2</sub>-Emissionen</b>						
	Mill. Tonnen / PJ			1995 = 100 (preisbereinigt,		
<b>Direkte CO<sub>2</sub>-Emissionen im Inland je Bruttoinlandsprodukt</b>	0,51	0,44	0,41	100,0	87,0	85,2
Indirekte CO <sub>2</sub> -Emissionen der Exporte je Werteinheit	0,89	0,70	0,63	100,0	80,5	72,4
Indirekte CO <sub>2</sub> -Emissionen der Importe je Werteinheit	0,91	0,66	0,61	100,0	79,6	70,5
<b>Kumulierte CO<sub>2</sub>-Emissionen der Güter der letzten inländischen Verwendung je Werteinheit</b>	0,50	0,42	0,39	100,0	85,5	81,5
Darunter: Indirekte CO <sub>2</sub> -Emissionen der letzten inländischen Verwendung je Werteinheit	0,38	0,32	0,29	100,0	85,2	80,0

Die folgende Darstellung in diesem Kapitel konzentriert sich vor allem darauf, die Hintergründe für die Entwicklung der indirekten Kohlendioxidemissionen der Exporte und Importe von Deutschland aufzuzeigen.

### 3.1.2 Dekompositionsanalyse der inkorporierten Importe und Exporte von Kohlendioxidemissionen

Die indirekten CO<sub>2</sub>-Emissionen der Exporte erhöhten sich im Zeitraum 1995 bis 2004 um 107 Mill. Tonnen. Die importbedingten Emissionen stiegen mit +28 Mill. Tonnen deutlich schwächer. Im Folgenden werden wesentliche Einflussfaktoren für die Entwicklung dieser beiden Größen mit Hilfe des mathematischen Instruments der Dekompositionsanalyse quantifiziert. Dieses Analysewerkzeug ermöglicht es, die Entwicklung einer Variablen, wie z. B. der indirekten CO<sub>2</sub>-Emissionen der Exporte, im Zeitablauf rechnerisch in Einflussfaktoren zu zerlegen. Jeder der nach diesem Verfahren ermittelten Effekte beschreibt, wie sich die Emissionen entwickelt hätten, wenn sich nur dieser Faktor geändert hätte. Die einzelnen Effekte können ein positives oder ein negatives Vorzeichen haben, wobei negative Effekte durch positive ausgeglichen werden können. Bei der Interpretation der Ergebnisse sollten allerdings die Grenzen dieser Art von Analyse berücksichtigt werden. So werden die Einflussfaktoren z. B. extern definiert und es wird angenommen dass die einzelnen Faktoren unabhängig voneinander sind.

Die hier durchgeführte Dekompositionsanalyse für die indirekten CO<sub>2</sub>-Emissionen der Exporte und Importe bezieht folgende Einflussfaktoren ein:

- **Niveaueffekt:** preisbereinigte Entwicklung des Gesamtwertes der Importe bzw. der Exporte
- **Struktureffekt:** Veränderung der Güterstruktur (preisbereinigt)
- **Intensitätseffekt:** Veränderung der Emissionsintensität (CO<sub>2</sub>-Emissionen je Werteinheit (preisbereinigt)) der einzelnen Gütergruppen

Voraussetzung für eine solche Berechnung insbesondere unter Einbeziehung eines Struktureffektes ist die Verfügbarkeit integrierter und tief gegliederter Angaben über den Wert der Importe und Exporte sowie der



indirekten CO<sub>2</sub>-Emissionen nach Gütergruppen. Solche Angaben werden durch den Datensatz der UGR bereitstellt.

Wie aus Schaubild 1 hervorgeht, ist der Gesamtanstieg der indirekten CO<sub>2</sub>-Emissionen der Exporte um 107 Mill. Tonnen im Zeitraum 1995 bis 2004 das Ergebnis aus belastenden und entlastenden Einflüssen. Der Niveaueffekt belief sich auf +233 Mill. Tonnen. Er hatte damit einen deutlich belastenden Einfluss. Diese Auswirkung des steigenden Exportniveaus wurde zumindest teilweise durch die entlastenden Einflüsse des Struktureffekts (36 Mill. Tonnen) und des Intensitätseffekt in Höhe von 89 Mill. Tonnen kompensiert.

Schaubild 1

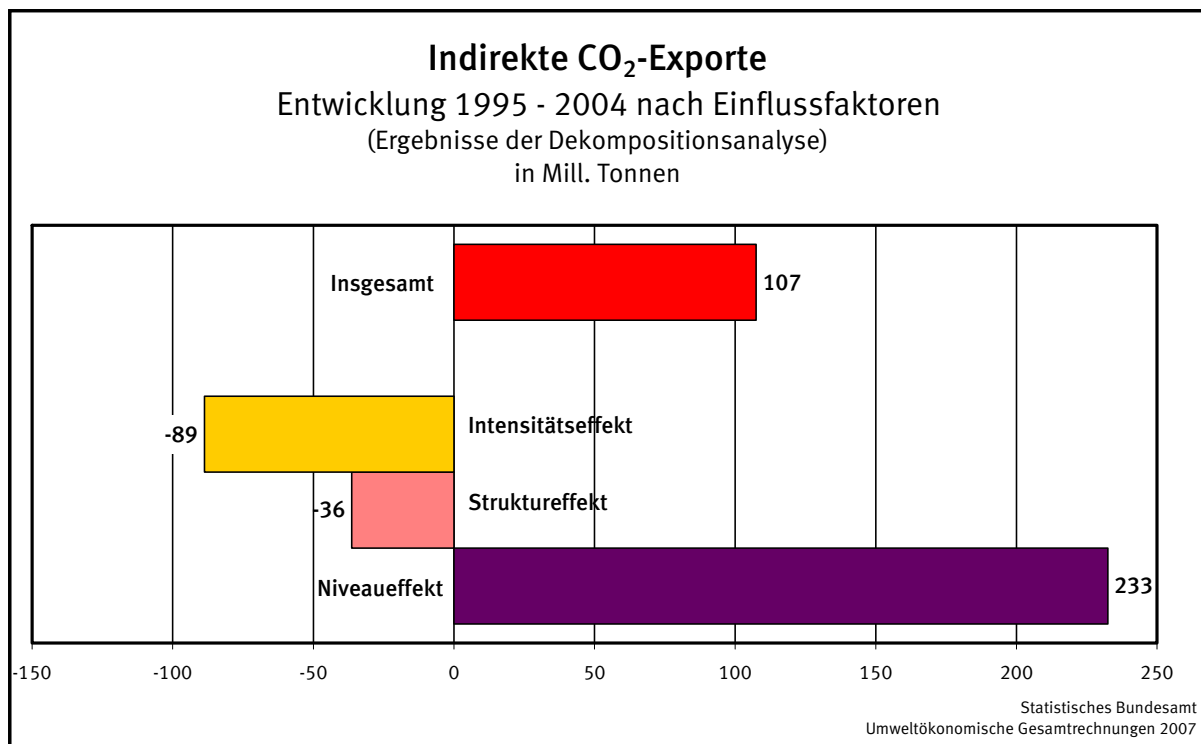


Schaubild 2 zeigt zum Vergleich die Komponenten für den Anstieg der indirekten CO<sub>2</sub>-Emissionen der Importe um 28 Mill. Tonnen. Der preisbereinigte Anstieg des Gesamtwertes der Importe (Niveaueffekt) hatte einen belastenden Einfluss von 146 Mill. Tonnen. Auch hier wurde dieser Effekt durch einen entgegen gerichteten Struktureffekt (-35 Mill. Tonnen) sowie einen ebenfalls entlastenden Intensitätseffekt (-83 Mill. Tonnen) deutlich abgeschwächt.

Eine Gegenüberstellung der Höhe der jeweiligen Einflussfaktoren für die Exporte und Importe ergibt folgendes Bild:

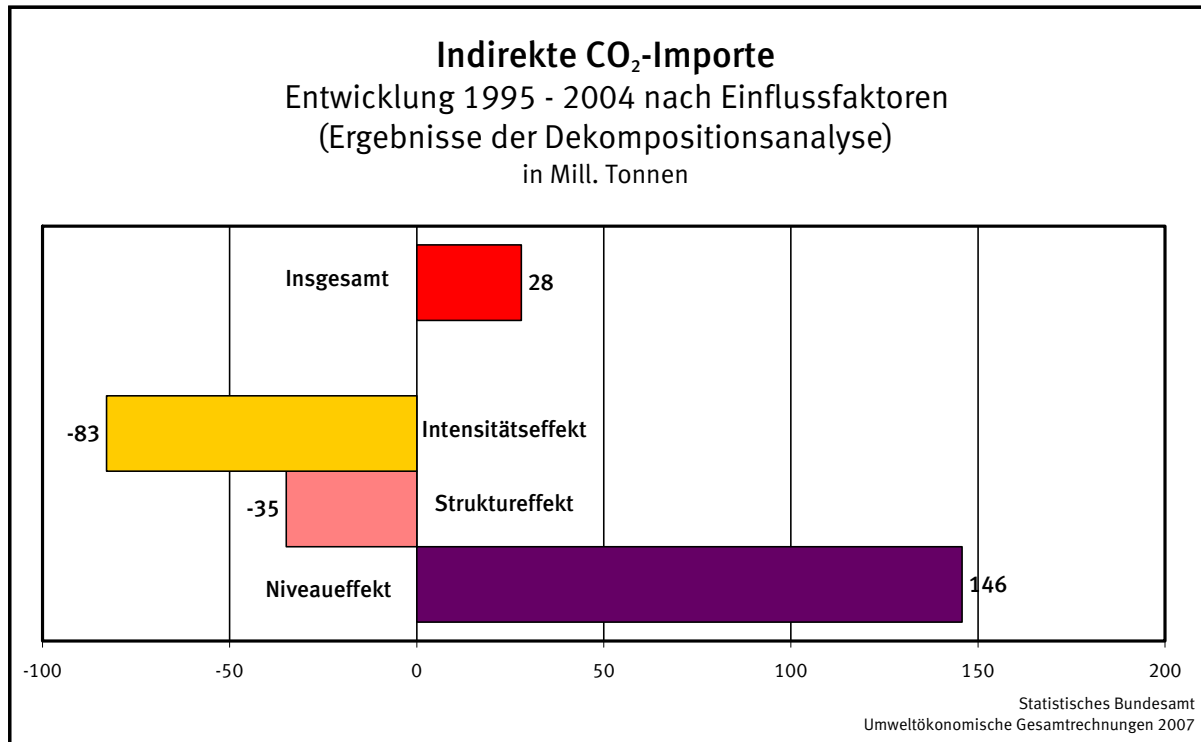
- Der belastende Niveaueffekt fiel bei den exportbedingten Emissionen um 87 Mill. Tonnen höher aus als bei den Importen.
- Der entlastende Struktureffekt war bei den Exporten und Importen annähernd gleich groß.
- Der Entlastungseffekt aufgrund der Verringerung der Emissionsintensitäten im Durchschnitt der Gütergruppen war bei den Exporten um 6 Mill. Tonnen höher als bei den Importen.

Die Ergebnisse zur Entwicklung des Niveaueffektes zeigen somit, dass der steigende Exportüberschuss Deutschlands bei den indirekten CO<sub>2</sub>-Emissionen sich nahezu vollständig mit der Zunahme des monetären Exportüberschusses erklären lässt.

Die entlastende Wirkung des Struktureffekts sowohl bei den Exporten als auch bei den Importen zeigt, dass der Anteil der emissionsintensiven Güter zurückgegangen ist. Dies wäre bei den Exporten durchaus im Einklang mit der eingangs erwähnten These einer zunehmenden Verlagerung umweltintensiver Produktionsaktivitäten in das Ausland. Im Gegenzug müsste man aber gemäß dieser These bei den Importen einen Anstieg der Emissionsintensität, das heißt einen belastenden Effekt erwarten. Zumindest sollte der Effekt bei den Importen signifikant weniger entlastend sein als bei den Exporten. Die tatsächlich

beobachtete entlastende Wirkung des Struktureffektes bei den Importen, die zudem annähernd genauso hoch ist wie bei den Exporten, steht somit in klarem Widerspruch zu der „Verlagerungsthese“.

Schaubild 2



Die Emissionsintensität hat sich sowohl bei den Importen als auch bei den Exporten deutlich verringert, wobei der Effekt bei den Exporten absolut etwas ausgeprägter war. Insofern wurde der Anstieg des CO<sub>2</sub>-Exportüberschusses leicht gebremst.

Sowohl das Sinken der Emissionsintensitäten der Gütergruppen als auch der Wandel der Nachfragestruktur hin zu weniger energieintensiven Gütern dürfte begünstigt worden sein durch den weltweit deutlich überproportionalen Anstieg der Preise für Energiegüter. Bei den deutschen Importen erhöhten sich zum Beispiel die Preise für Erdöl im Zeitraum 1995 bis 2004 um 136 %, während der Gesamtpreisindex für die Importe nur um 5 % stieg.

### 3.1.3 Indirekte CO<sub>2</sub>-Emissionen der Importe und Exporte nach Gütergruppen

Die summarischen Ergebnisse der Dekompositionsanalyse haben die wesentlichen Einflussfaktoren für die Entwicklung des CO<sub>2</sub>-Exportüberschusses verdeutlicht. Zur Konkretisierung wird im Folgenden der Beitrag der einzelnen Gütergruppen zur Entwicklung des Überschusses betrachtet.

Die durchschnittliche CO<sub>2</sub>-Intensität der exportierten Güter – gemessen als indirekter CO<sub>2</sub>-Gehalt der Güter in Relation zu ihrem Wert – war durchschnittlich mit 0,63 Tonnen je 1 000 EUR (Importe 0,61 Tonnen je 1 000 EUR) im Jahre 2004 wesentlich höher als bei den Gütern der letzten inländischen Verwendung insgesamt mit 0,29 Tonnen je 1 000 EUR (siehe Tabelle 3). Dieser Unterschied hängt insbesondere damit zusammen, dass beim Inlandsverbrauch die relativ emissionsarmen Dienstleistungen deutlich überwiegen, während bei den Außenhandelsgütern die Waren dominieren. Bei den Exporten belief sich der Anteil der Waren im Jahre 2004 auf 92 %. Rund zwei Fünftel davon entfiel allein auf die drei Gütergruppen Kraftwagen und Kraftwagenteile (18 %), Maschinen (13 %) und Chemische Erzeugnisse (8 %).

Zu dem Anstieg des Exportüberschusses bei den indirekten CO<sub>2</sub>-Emissionen um 79,5 Mill. Tonnen im Zeitraum 1995 bis 2004 haben vor allem Güter mit hoher und mittlerer Emissionsintensität beigetragen. In Tabelle 3 wurden die zugrunde liegenden 73 Gütergruppen gemäß ihrer CO<sub>2</sub>-Intensität bei den Exportgütern den Kategorien hohe, mittlere und niedrige Intensität zugeordnet. Maßstab war dabei die durchschnittliche Intensität der letzten inländischen Verwendung.

Gemessen in Geldeinheiten hatten die Güter mit hoher Emissionsintensität im Jahre 2004 einen Anteil von 20 % an den Exporten. Das heißt diese Güterkategorie spielte durchaus eine bedeutende Rolle für das

deutsche Exportgüterportfolio. Der Anteil der Güter mit mittlerer Intensität lag bei 61 % und die Güter mit niedriger Intensität hatten einen Anteil von 19 %.

Im Jahr 2004 wies die deutsche Wirtschaft bei den Gütern mit hoher CO<sub>2</sub>-Intensität einen CO<sub>2</sub>-Exportüberschuss von 53,8 Mill. Tonnen auf. Bei den Gütern mit mittlerer Intensität lag der Exportüberschuss bei 66,3 Mill. Tonnen. Dagegen ergab sich bei den Gütern mit niedriger Emissionsintensität ein Defizit in Höhe von 16,3 Mill. Tonnen. Insgesamt führte dies zu einem Exportüberschuss von 103,8 Mill. Tonnen.

Tabelle 3

### Indirekte CO<sub>2</sub>-Emissionen nach Gütergruppen

		Mill. Tonnen									Nachr.: CO <sub>2</sub> -Intensität der Exportgüter 2004 Tonnen je 1000 EUR
CPA	Homogene Gütergruppen	Exporte			Importe			Saldo Exporte abzüglich Importe			
		1995	2004	Veränd. 1995-2005	1995	2004	Veränd. 1995-2005	1995	2004	Veränd. 1995-2004	
<b>Güter mit hoher CO<sub>2</sub>-Intensität</b>		<b>185,4</b>	<b>230,4</b>	<b>45,0</b>	<b>171,5</b>	<b>176,6</b>	<b>5,1</b>	<b>13,8</b>	<b>53,8</b>	<b>40,0</b>	
27.1-3	Roheisen, Stahl, Rohre und Halbzeug daraus	52,2	63,6	11,4	47,3	43,6	-3,7	4,9	20,0	15,1	3,16
23.2	Mineralölerzeugnisse	5,1	8,3	3,2	16,0	11,2	-4,8	-10,9	-2,9	8,0	0,84
40.1	Elektrizitätsversorgung	22,1	28,9	6,8	18,0	19,6	1,6	4,0	9,3	5,3	4,55
26.2-9	Keramik; Verarbeitung von Steinen und Erden	5,8	9,5	3,7	7,6	6,9	-0,8	-1,8	2,6	4,4	1,97
62	DL der Luftfahrt	7,7	9,0	1,4	6,1	6,0	-0,1	1,6	3,1	1,5	1,71
24.1	Erzeugnisse der Grundstoffchemie	40,6	47,7	7,1	26,6	32,5	5,9	14,0	15,2	1,2	1,38
21.1/9	Holzstoff, Zellstoff, Papier, Karton und Pappe	11,0	12,0	1,0	13,7	13,5	-0,1	-2,6	-1,5	1,1	1,44
	Sonstige 1)	40,9	51,3	10,4	36,3	43,3	7,1	4,6	8,0	3,3	
<b>Güter mit mittlerer CO<sub>2</sub>-Intensität</b>		<b>133,2</b>	<b>187,4</b>	<b>54,2</b>	<b>102,2</b>	<b>121,1</b>	<b>18,9</b>	<b>31,0</b>	<b>66,3</b>	<b>35,3</b>	
34	Kraftwagen und Kraftwagenteile	30,8	56,9	26,1	14,7	23,6	8,8	16,1	33,4	17,3	0,44
29	Maschinen	28,4	33,8	5,4	9,3	11,2	1,8	19,1	22,7	3,6	0,37
25.2/9	Kunststoffwaren	7,3	11,9	4,6	4,3	5,6	1,3	2,9	6,3	3,4	0,69
28	Metallerzeugnisse	10,8	15,0	4,2	7,2	8,0	0,8	3,6	7,0	3,3	0,67
	Sonstige 2)	55,8	69,7	13,9	66,6	72,7	6,1	-10,8	-3,0	7,8	
<b>Güter mit niedriger CO<sub>2</sub>-Intensität</b>		<b>15,2</b>	<b>23,5</b>	<b>8,2</b>	<b>35,7</b>	<b>39,7</b>	<b>4,0</b>	<b>-20,5</b>	<b>-16,3</b>	<b>4,2</b>	
11	Erdöl, Erdgas	0,1	0,1	0,0	22,4	19,8	-2,6	-22,3	-19,7	2,6	0,10
51	DL des Großhandels und der Handelsvermittlung	4,1	6,6	2,5	0,4	0,5	0,1	3,7	6,1	2,4	0,16
33	Medizin-, mess-, regelungstechnische, optische Erz., Uhren	3,6	5,8	2,2	2,1	2,8	0,7	1,4	3,0	1,5	0,26
22.1	Verlagszeugnisse	0,9	1,7	0,8	0,5	0,7	0,2	0,4	1,0	0,6	0,22
	Sonstige 3)	6,6	9,3	2,6	10,3	15,9	5,6	-3,7	-6,7	-3,0	
<b>Insgesamt</b>		<b>333,7</b>	<b>441,2</b>	<b>107,5</b>	<b>309,5</b>	<b>337,4</b>	<b>28,0</b>	<b>24,3</b>	<b>103,8</b>	<b>79,5</b>	<b>0,63</b>
<b>Nachrichtlich: letzte inländische Verwendung</b>		<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>	<b>0,29</b>

1) Produktionsbereiche 27.5, 27.4R, 24 R, 27.42, 12/13/14, 26.1, 60.1, 40.3, 23.3, 40.2, 23.1, 21.2

2) Produktionsbereiche 20, 15.1-8, 18, 01, 22.2+3, 17, 24.4, 19, 31, 36, 25.1, 45.1/2, 32, 05, 15.9, 63, 60.2/3, 61, 35

3) Produktionsbereiche 55, 74, 50, 75.1/2, 72, 10.2/3, 16, 66/67, 02, 45.3-5, 37, 41, 71, 75.3, 80, 85, 91, 52, 93/95, 64, 70, 73, 92, 65, 30, 10.1

Zum Anstieg des CO<sub>2</sub>-Exportüberschusses im Zeitraum 1995 bis 2004 um insgesamt 79,5 Mill. Tonnen trugen die emissionsintensiven Güter 40,0 Mill. Tonnen bei. Die größten Beiträge zur Erhöhung des CO<sub>2</sub>-Exportüberschusses leistete in dieser Kategorie die Gütergruppe „Eisen und Stahl“ mit 15,1 Mill. Tonnen. Es folgten „Mineralölerzeugnisse“ (8,0 Mill. Tonnen), „Elektrizität“ (5,3 Mill. Tonnen), „Baustoffe“ (4,4 Mill. Tonnen), „Dienstleistungen der Luftfahrt“ (1,5 Mill. Tonnen), „Erzeugnisse der Grundstoffchemie“ (1,2 Mill. Tonnen) sowie „Zellstoff und Papier“ (1,1 Mill. Tonnen). Der deutliche Anstieg des CO<sub>2</sub>-Exportüberschusses bei Eisen und Stahl erklärt sich vor allem aus einer deutlichen Erhöhung des monetären Exportüberschusses (preisbereinigt). Darüber hinaus wurde dieser Effekt aber noch verstärkt durch eine Annäherung der Mitte der 1990er Jahre im Ausland noch deutlich höheren ausländischen Emissionsintensität an das deutsche Niveau. Dies geht unter anderem auf die Einführung des energiesparenden und in Deutschland bereits damals nahezu flächendeckend realisierten Stranggussverfahrens zurück. Die Entwicklung bei den Baustoffen war insbesondere durch einen deutlichen Anstieg der Zementexporte bei gleichzeitigem Rückgang der Importe geprägt. Hier dürfte der starke Rückgang der inländischen Bautätigkeit in Deutschland eine bedeutende Rolle gespielt haben.

Die durchgehende Erhöhung des CO<sub>2</sub>-Exportüberschusses bei den energie- und emissionsintensiven Gütergruppen belegt, dass es den entsprechenden Industriezweigen in Deutschland im betrachteten Zeitraum weitgehend gelungen ist, ihre internationale Wettbewerbsfähigkeit zu erhalten. Verstärkte Anstrengungen zur Verbesserung der Energieeffizienz und hohe Recyclingquoten, z. B. bei Eisen, Glas und Papier, sowie die energetische Nutzung von Abfällen, z. B. in der Zementindustrie, könnten hierbei eine Rolle gespielt haben.

Bei den Gütern mit mittlerer Emissionsintensität erhöhte sich der Exportüberschuss im betrachteten Zeitraum um 35,3 Mill. Tonnen auf 66,3 Mill. Tonnen. In dieser Kategorie trugen insbesondere die „Kraftwagen und Kraftwagenteile“ (+17,3 Mill. Tonnen), die „Maschinenbauerzeugnisse“ (+3,6 Mill. Tonnen), die „Kunststoffwaren“ (+3,4 Mill. Tonnen) sowie die „Metallerzeugnisse“ (+3,3 Mill. Tonnen) zur Erhöhung des Überschusses bei.

Bei der Gruppe der Güter mit niedriger Emissionsintensität verminderte sich das Exportdefizit um 4,2 Mill. Tonnen.

### 3.2 Umweltbelastungen durch den Transport der Außenhandelsgüter

Transportaktivitäten können durch die Inanspruchnahme von Ökosystemen und Flächen, Lärmbelastungen, den Verbrauch fossiler Energieträger sowie Luftemissionen zu erheblichen Umweltbelastungen führen. Deshalb verfolgt die Bundesregierung in Ihrer Nachhaltigkeitsstrategie unter anderem das Ziel, das Wirtschaftswachstum und die Zunahme von Gütertransportleistungen zu entkoppeln.

Zur Überprüfung der Zielerreichung<sup>7</sup> dient der Indikator Gütertransportintensität. Dieser Indikator der Nachhaltigkeitsstrategie bezieht sich allerdings nur auf die Güterbeförderungsleistung auf dem Territorium. Wesentliche Teile des Aufwandes zur Beförderung der Import- und Exportgüter fallen aber außerhalb des nationalen Territoriums an. Das heißt, der Indikator spiegelt die Auswirkung der zunehmenden Verflechtung der deutschen Wirtschaft mit dem Ausland auf das Transportaufkommen nur unzureichend wider. Er muss daher durch entsprechende Angaben ergänzt werden.

Um diese Datenlücke in systematischer Weise zu schließen, wurde im Rahmen der UGR ein neues Modul zum Gütertransport entwickelt, das umfassende Angaben über den Transport der von der deutschen Wirtschaft importierten und exportierten Güter außerhalb des nationalen Territoriums bereitstellt. Das Modul liefert für den Zeitraum 1995 bis 2005 Ergebnisse für die Merkmale transportierte Gütermenge, Güterbeförderungsleistung, Energieverbrauch und Kohlendioxidemissionen in einer Gliederung nach Verkehrsträgern (und Energieträgern), Gütergruppen und Ländergruppen. Wichtigste Datengrundlagen sind die Angaben der Außenhandelsstatistik über die Importe und Exporte in physischen Einheiten nach Güterarten, Ländern und Verkehrsträgern, Ergebnisse der Verkehrsstatistik über die grenzüberschreitenden Landtransporte und den See- und Luftverkehr sowie Informationen aus verschiedenen Datenbanken über Transportentfernungen, Energiekoeffizienten nach Verkehrsträgern sowie Emissionskoeffizienten nach Energieträgern.

Tabelle 4 zeigt erste zusammengefasste Ergebnisse der Berechnungen. Die direkte Güterbeförderungsleistung außerhalb des nationalen Territoriums, die bei den Importgütern den Transport ab Werk bis zur deutschen Grenze und bei den Exporten von der deutschen Grenze bis zum Empfänger einschließt, belief sich im Jahre 2005 für die Importe und Exporte zusammen auf 2 726 Mrd. Tonnenkilometer. Davon entfielen 2 023 Mrd. Tonnenkilometer auf die Importe und 703 Mrd. Tonnenkilometer auf die Exporte. Der Aufwand für die Beförderung der Import- und Exportgüter außerhalb des Territoriums war damit rund viereinhalb Mal so hoch wie die von dem Nachhaltigkeitsindikator erfasste Leistung im Inland, die sich auf 581 Mrd. Tonnenkilometer belief. Die Ergebnisse verdeutlichen somit, dass der weit überwiegende Teil des durch die Aktivitäten der deutschen Volkswirtschaft verursachten Transportgeschehens außerhalb des Territoriums stattfindet.

---

<sup>7</sup> Siehe: Statistisches Bundesamt: Nachhaltige Entwicklung in Deutschland, Indikatorenbericht 2006, Wiesbaden 2007, Abschnitt „Mobilität“.

Tabelle 4

## Transport der exportierten und importierten Güter außerhalb des Territoriums

	1995	2004	2005	Veränderung 2005 gegenüber 1995 in %
<b>Wert</b>				
Mrd. EUR (jeweilige Preise) <span style="float: right;">preisbereinigt</span>				
Exporte	428,7	822,5	890,8	107,8
Importe	395,7	681,3	745,6	84,9
Zusammen	824,4	1 503,8	1 636,3	96,6
Nachrichtlich: Güteraufkommen im Inland	3 624,5	4 711,1		
<b>Transportierte Gütermenge<sup>2)</sup></b>				
Mill. Tonnen				
Exporte	245	381	390	59,1
Importe	491	595	599	22,1
Zusammen	736	976	989	34,4
Nachrichtlich: Transport von Gütern auf dem Territorium <sup>1)</sup>	4 016	3 720	3 731	-7,1
<b>Materialintensität der transportierten Gütermenge<sup>2)</sup></b>				
Tonnen / 1000 EUR				
Exporte	0,57	0,46	0,44	-23,5
Importe	1,24	0,87	0,80	-34,0
Zusammen	0,89	0,65	0,60	-31,6
Nachrichtlich: Transport von Gütern auf dem Territorium <sup>1)</sup>	1,11	0,79		
<b>Güterbeförderungsleistung<sup>2)</sup></b>				
Mrd. Tonnenkilometer				
Exporte	535	686	728	36,1
Importe	1 623	2 064	2 046	26,1
Zusammen	2 158	2 750	2 774	28,6
Nachrichtlich: Transport von Gütern auf dem Territorium <sup>1)</sup>	431	564	581	34,8
Nachrichtlich: Transport von Gütern innerhalb und außerhalb des Territoriums <sup>1)</sup>	2 588	3 315	3 355	29,6
<b>Durchschnittliche Entfernung je transportierter Tonne</b>				
Kilometer				
Exporte	2 179	1 799	1 865	-14,4
Importe	3 306	3 470	3 415	3,3
Zusammen	2 931	2 817	2 804	-4,3
Nachrichtlich: Transport von Gütern auf dem Territorium <sup>1)</sup>	107	152	156	45,1
Nachrichtlich: Transport von Gütern innerhalb und außerhalb des Territoriums <sup>1)</sup>	644	891	899	39,5
<b>Energieverbrauch<sup>3)</sup></b>				
Petajoule				
Exporte	163	250	252	54,4
Importe	425	571	615	44,9
Zusammen	588	821	868	47,6
<b>Energieintensität der Güterbeförderungsleistung</b>				
Kilojoule je Tonnenkilometer				
Exporte	306	365	347	13,4
Importe	262	277	301	14,9
Zusammen	273	299	313	14,8
<b>CO<sub>2</sub> Emissionen<sup>3)</sup></b>				
Mill. Tonnen				
Exporte	12,3	18,6	18,8	53,1
Importe	30,0	39,8	42,5	41,8
Zusammen	42,2	58,4	61,3	45,1
Nachrichtlich: Transport von Gütern auf dem Territorium <sup>1)</sup>	50,2 <sup>4)</sup>	56,2 <sup>4)</sup>	56,4 <sup>4)</sup>	12,4

1) Einschließlich Transitverkehr, ohne Erdgaspipelines im Inland.

2) Einschließlich Transportverpackung.

3) Einschließlich Umwandlungsverluste.

4) Quelle: Straßenverkehr, Binnenschifffahrt, Bahn (Berechnung: Umweltbundesamt), Luftverkehr, Pipeline (Schätzung: Statistisches Bundesamt)

Unter dem Blickwinkel der globalen Verantwortung der inländischen Verbraucher müsste zumindest die Güterbeförderungsleistung außerhalb des Territoriums für die Importe zu den inländischen Transportleistungen hinzuaddiert werden. Damit ergäbe sich aus der Verwendungssicht grob gerechnet<sup>8</sup> eine Größenordnung von 2 600 Mrd. Tonnenkilometern.

Die Transportleistung für die Exporte erhöhte sich zwischen 1995 und 2005 um 32 %, die Leistung für die Importe stieg um 25 %. Die inländische Beförderungsleistung nahm um 35 % zu.

Der direkte Energieverbrauch (einschließlich der Umwandlungsverluste bei der Herstellung der Kraftstoffe oder des Fahrstroms aus den Primärenergieträgern) für den Transport der Außenhandelsgüter außerhalb des nationalen Territoriums belief sich im Jahr 2005 auf 855 PJ. Davon entfielen 246 PJ auf die Exporte und 610 PJ auf die Importe. Im Zeitraum 1995 bis 2005 hat sich der Energieverbrauch für den Transport der Export- und der Importgüter außerhalb des Territoriums jeweils um 44 % erhöht.

Der direkte Kohlendioxidausstoß (einschließlich Umwandlungsverluste) beim Transport der Außenhandelsgüter jenseits der nationalen Grenzen belief sich im Jahre 2005 auf 61 Mill. Tonnen und lag damit um 42 % über dem von 1995. Der Wert für 2005 war damit höher als der entsprechende Wert im Inland (56 Mil. Tonnen). Auch der Anstieg der Emissionen im Zeitraum 1995 bis 2005 war mit 42 % außerhalb des Territoriums deutlich höher als auf dem Territorium (12 %).

Diese Ergebnisse zum Transport der Export- und Importgüter außerhalb des Territoriums verdeutlichen, dass der üblicherweise verwendeten Indikator zum Transport auf dem Territorium das durch die wirtschaftlichen Aktivitäten der deutschen Volkswirtschaft verursachte Transportgeschehen sowohl hinsichtlich Niveau als auch hinsichtlich der Entwicklungsdynamik nur unzureichend abbildet.

Tabelle 5 zeigt Angaben zum Gütertransport in einer Gliederung nach Verkehrsträgern.

**Tabelle 5**

### Transport der exportierten und importierten Güter außerhalb des Territoriums nach Verkehrsträgern 2005

Verkehrsträger	Güterbeförderungsleistung	Energieverbrauch <sup>1)</sup>	CO <sub>2</sub> -Emissionen <sup>1)</sup>	Nachrichtlich: Energieverbrauch je Güterbeförderungsleistung
	Anteil in %			Kilojoule je Tonnenkilometer
<b>Exporte</b>				
<b>Insgesamt</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	347
Eisenbahnverkehr	3,2	3,3	3,2	359
Straßenverkehr	13,0	33,1	32,9	879
Binnenschifffahrt	1,7	2,2	2,2	441
Seeschifffahrt	80,1	27,8	29,2	121
Luftverkehr	1,0	31,4	31,0	10 705
Pipeline	0,9	2,1	1,6	801
<b>Importe</b>				
<b>Insgesamt</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	301
Eisenbahnverkehr	5,2	6,5	6,9	375
Straßenverkehr	5,3	15,6	16,7	887
Binnenschifffahrt	1,7	2,4	2,6	433
Seeschifffahrt	72,9	29,9	33,8	123
Luftverkehr	0,3	12,6	13,4	11 141
Pipeline	14,6	33,0	26,6	681

1) Einschließlich Umwandlungsverluste.

<sup>8</sup> Es ist allerdings zu beachten, dass die errechnete Zahl vom Konzept her nicht exakt zur VGR-Größe letzte inländische Verwendung passt, da die Abgrenzung der Transportleistung nach dem Territorialkonzept sich nicht voll mit derjenigen des Güteraufkommens nach dem VGR-Konzept deckt. Abgesetzt werden müssen die Transportleistungen im Transitverkehr sowie der Aufwand für den Transport der exportierten Güter ab Werk bis zur Grenze. Diese Größen können zurzeit noch nicht exakt quantifiziert werden. Es ist aber vorgesehen, diese im Rahmen des geplanten Projektes „Güterverkehr im Inland aus der Verwendungssicht“ zu ermitteln.

Im Jahr 2005 erbrachte die Seeschifffahrt 73 % der Güterbeförderungsleistung für die Importe. Der Rohrleitungsverkehr (Erdöl und Erdgas) hatte einen Anteil von knapp 15 %. Die Anteile des Straßen- und des Bahnverkehrs beliefen sich jeweils auf rund 5 %. Aufgrund der unterschiedlichen Energieintensitäten entfielen 33 % des Energieverbrauchs auf die Pipelines. Die Seeschifffahrt hatte einen Anteil von 30 %. Der Anteil des Straßenverkehrs lag bei 16 %. Am niedrigsten war die Energieintensität bei der Seeschifffahrt mit 124 Kilojoule pro Tonnenkilometer. Die Intensität im Straßengüterverkehr war rund siebenmal so hoch wie beim Seeverkehr. Die Intensität im Luftverkehr überstieg den Wert des Seeverkehrs um das 90fache.

Bei der Güterbeförderungsleistung für die Exporte dominiert ebenfalls der Seeverkehr mit einem Anteil von fast 80 %. Bemerkenswert ist der hohe Anteil des Luftverkehrs beim Energieverbrauch in Höhe von 31 %, während der Anteil des Luftverkehrs bei der Güterbeförderungsleistung lediglich 1 % beträgt.

Bei den Emissionen von Kohlendioxid waren die Relationen zwischen den Verkehrsträgern ähnlich wie bei der Energie.

#### **4. Zusammenfassung der Ergebnisse und Schlussfolgerungen**

Aufgrund der mit der Globalisierung einhergehenden Intensivierung der internationalen Verflechtung der Volkswirtschaften steigt der Anteil der Waren und Dienstleistungen, die nicht im jeweiligen Land ihrer Herstellung verbraucht werden. Das heißt, es kann ein zunehmendes räumliches Auseinanderfallen von Produktion und Konsum festgestellt werden. Aus Umweltsicht kann diese zunehmende Divergenz dazu führen, dass die Umweltbelastungen durch die Produktionsaktivitäten eines Landes sich erheblich unterscheiden von den inkorporierten Umweltbelastungen, die bei der Herstellung der in diesem Land konsumierten Güter entstanden sind.

Zumindest die in dem Papier vorgestellten Ergebnisse über Energie und CO<sub>2</sub>-Emissionen für Deutschland verdeutlichen, dass die Darstellungen aus der Verwendungssicht erheblich andere Entwicklungstendenzen zeigen als die üblichen Indikatoren aus der Produktionssicht. So gleichen sich die mit der Herstellung der Import- und Exportgüter verbundenen Umweltbelastungen (indirekt Umweltbelastungen) nicht aus. Insbesondere hat sich der deutsche CO<sub>2</sub>-Exportüberschuß im Zeitraum 1995 bis 2005 um fast 80 Mill. Tonnen erhöht. Dies hat zur Folge, dass die CO<sub>2</sub>-Emissionen aus der Verwendungssicht mit -12,5 % spürbar stärker zurückgegangen sind als die Emissionen aus der Produktionssicht (-4 %).

Eine Zerlegung der Entwicklung der indirekten CO<sub>2</sub>-Importe und Exporte in die Faktoren Niveaueffekt, Struktureffekt und Intensitätseffekt mit Hilfe einer Dekompositionsanalyse zeigt, dass sich der steigende deutsche CO<sub>2</sub>-Exportüberschuß fast ausschließlich auf die Erhöhung des monetären Exportüberschusses (Niveaueffekt) zurückführen lässt. Die entlastende Wirkung des Struktureffekts durch einen Rückgang des Anteils emissionsintensiver Güter war bei den Importen und Exporten nahezu gleich groß. Das bedeutet: Es hat per saldo keine Verlagerung emissionsintensiver Produktionsaktivitäten von Deutschland in die übrige Welt stattgefunden. Der Effekt einer Verringerung der Emissionsintensitäten in den einzelnen Gütergruppen (Intensitätseffekt) war bei den Importen und Exporten ebenfalls in etwa gleich hoch.

Ein weiteres wichtiges Ergebnis bezieht sich auf die Güterbeförderungsleistung. Es zeigt sich, dass der weit überwiegende Teil des durch die Aktivitäten der deutschen Volkswirtschaft verursachten Transportgeschehens außerhalb des Territoriums stattfindet. So war der Aufwand für die Beförderung der Import- und Exportgüter außerhalb des Territoriums im Jahre 2005 mit 2 726 Mrd. Tonnenkilometern rund vier- einhalbmal so hoch wie die gesamte Transportleistung auf dem Territorium (581 Mrd. Tonnenkilometer).

Diese Ergebnisse verdeutlichen, dass die Entwicklung der in den Außenhandelsgütern enthaltenen Umweltbelastungen regelmäßig mit Hilfe eines systematischen statistischen Ansatzes beobachtet werden muss, mit dem Ziel, die bisher verwendeten produktionsbezogenen Indikatoren zumindest zu ergänzen.

Der methodische Rahmen und die Daten der Umweltökonomischen Gesamtrechnungen (UGR) bieten die Möglichkeit, solche Angaben über die indirekten Umweltbelastungen insbesondere mit Hilfe der Input-Output-Analyse zu generieren.

Die in dem Papier vorgestellten Berechnungsergebnisse beruhen auf einem methodisch weiterentwickelten Input-Output-Ansatz. Unter anderem wurden die Berechnungen mit Hilfe einer so genannten erweiterten hybriden Input-Output-Tabelle (HIOTexp) durchgeführt, die hinsichtlich des Detaillierungsgrades speziell an die Notwendigkeiten der Energieberechnungen angepasst wurde.

Vergleichbare EU-weite Daten über Umweltbelastungen aus der Verwendungssicht könnten durchaus von Nutzen sein, zum Beispiel: bei der Festlegung der Lastenverteilung zwischen den Mitgliedsländern bei der Reduzierung von Treibhausgasemissionen.

Damit solche Berechnungen zumindest für Energie und Luftemissionen EU-weit in abgestimmter Form durchgeführt werden können, ist es erforderlich, dass alle Mitgliedsländer regelmäßig monetäre IOT sowie die entsprechenden physischen Angaben zu diesen Merkmalen im Rahmen der UGR in einer tiefen Gliederung nach Branchen (NAMEA-Format) bereitstellen. Um eine hohe Qualität der Schätzergebnisse zu erreichen, ist eine Aufstellung von HIOTexp nach dem im Papier dargestellten Ansatz anzustreben.

Darüber hinaus sollten Anstrengungen unternommen werden, um solche Berechnungen auch regelmäßig für sonstige wichtige Industrie- und Schwellenländer nach einem möglichst einheitlichen Verfahren und mit harmonisierten Gliederungen durchzuführen, da sich nur so ein konsistentes Bild über die Umweltbelastungen aus der Verwendungssicht gewinnen lässt.

Die nationalen Berechnungen zu den inkorporierten Umweltbelastungen der jeweiligen Importe beruhen bisher zumindest teilweise auf der Annahme, dass die Produktionsverhältnisse der einzelnen Güter in den Lieferländern mit dem Empfängerland übereinstimmen. Durch Nutzung der Ergebnisse aus entsprechenden IOT-Analysen der Lieferländer könnten die nationalen Berechnungen deutlich verbessert und international harmonisiert werden. Die gemeinsame Nutzung entsprechender Daten könnte durch den Aufbau einer Datenbank mit güter- und länderspezifischen Koeffizienten über indirekte Umweltbelastungen der Gütergruppen unterstützt werden.

Zur verbesserten statistischen Darstellung der umweltbezogene Effekte der Globalisierung werden folgende Maßnahmen auf europäischer Ebene angeregt:

- Regelmäßige Erstellung monetärer IOT in den EU-Mitgliedsländern
- Regelmäßige Ermittlung von Angaben zu Energie und Luftemissionen in tiefer Untergliederung nach Branchen im Rahmen der UGR in den EU-Mitgliedsländern
- Regelmäßige Ableitung spezieller erweiterter hybrider IOT aus der monetären IOT als Grundlage für die Berechnung inkorporierter Umweltbelastungen
- Regelmäßige Berechnung indirekter Umweltbelastungen der Importe und Exporte in den Mitgliedsländern oder auf EU-Ebene. Die EU könnte dabei zumindest eine Koordinierungsfunktion, z. B. durch Aufbau und Führung einer Koeffizientendatenbank, übernehmen.
- Einbeziehung weiterer wichtiger Industrie- und Schwellenländer in die Berechnungen. Hierbei könnten die OECD oder UNSD eine Rolle übernehmen.